4К

УДК 621.317.7

В.П. Куценко[1,2]***, С.П. Сергієнко***[3]
[1] Науково-виробниче підприємство «Кварсит»,
Укроборонпром, м. Костянтинівка, Україна
Україна, 85104, м. Костянтинівка, Донецької обл., вул. Шмідта, 20
[2] Донецький національний технічний університет МОН, м. Донецьк, Україна
Україна, 83000, м. Донецьк, вул. Артема, 58
[3] Донецький національний університет МОН, м. Донецьк, Україна
Україна, 83001, м. Донецьк, вул. Університетська, 24

Моделювання оптимального впливу параметрів НВЧ-кіл схеми радіометричного приладу контролю на значення вихідного сигналу комутаційно-модуляційного перемикача

V.P. Kutsenko[1,2]***, S.P. Sergienko***[3]
[1] Scientific production enterprise of «Kvarsit»,
Ukroboronprom, Konstantinovka, Ukraine
Ukraine, 85104, Konstantinovka, Donetsk obl., Shmidta st., 20
[2] Donetsk national technical university, MON, Donetsk, Ukraine
Ukraine, 83000, Donetsk, street of Artem, 58
[3]Donetsk national university,MON, Donetsk, Ukraine
Ukraine, 83001, Donetsk, a street is University, 24

Modeling of Optimum Influence of Parameters over High-frequency Chains of the Scheme of the Radiometric Device of Control on Value of an Output Signal of the Switching and Modulation Switch

В.П. Куценко[1,2]***, С.П. Сергиенко***[3]
[1] Научно-производственное предприятие «Кварсит»,
Укроборонпром, г. Константиновка, Украина
Украина, 85104, г. Константиновка, Донецкой обл., ул. Шмидта, 20
[2] Донецкий национальный технический университет, МОН, г. Донецк, Украина
Украина, 83000, г. Донецк, ул. Артема, 58
[3] Донецкий национальный университет, МОН, г. Донецк, Украина
Украина, 83001, г. Донецк, ул. Университетская, 24

Моделирование оптимального влияния параметров СВЧ-цепей схемы радиометрического прибора контроля на значение выходного сигнала коммутационно-модуляционного переключателя

У статті проведено математичне й комп’ютерне дослідження і оптимізація параметрів НВЧ-кіл з комутаційно-модуляційним перемикачем на вході радіометричного приладу контролю в умовах низькоінтенсивних шумових сигналів. Збалансований режим роботи вхідної частини приладу контролю забезпечується рівністю суми потужностей всіх шумів високочастотного тракту. Оптимізація параметрів комутаційно-модуляційного перемикача здійснювалася досягненням максимуму співвідношення «сигнал – шум». Розраховані й побудовані графіки залежності впливу параметрів

НВЧ-кіл схеми радіометричного приладу контролю на значення відношення «сигнал – шум» вихідного сигналу комутаційно-модуляційного перемикача.
Ключові слова: радіометрія, вимірювання, оптимальні параметри, контроль, комутаційно-модуляційний перемикач.

In article mathematical and computer research and optimization of parameters over high-frequency chains with the switching and modulation switch on an entrance of the radiometric device of control in the conditions of low-intensive noise signals is conducted. The balanced operating mode of entrance part of the device of control is provided with equality of the sum of capacities of all noise of a high-frequency path. Optimization of parameters of the switching and modulation switch is carried out by achievement of a maximum of a ratio «a signal – noise». The calculated and constructed schedules of dependence of influence of parameters over high-frequency chains of the scheme of the radiometric device of control on value of the relation «a signal – noise» an output signal of the switching and modulation switch.
Key words: radiometry, measurement, optimum parameters, control, switching and modulation switch.

В статье проведено математическое и компьютерное исследование и оптимизация параметров СВЧ-цепей с коммутационно-модуляционным переключателем на входе радиометрического прибора контроля в условиях низкоинтенсивных шумовых сигналов. Сбалансированный режим работы входной части прибора контроля обеспечивается равенством суммы мощностей всех шумов высокочастотного тракта. Оптимизация параметров коммутационно-модуляционного переключателя осуществляется достижением максимума соотношения «сигнал – шум». Рассчитанные и построенные графики зависимости влияния параметров СВЧ-цепей схемы радиометрического прибора контроля на значение отношения «сигнал – шум» выходного сигнала коммутационно-модуляционного переключателя.
Ключевые слова: радиометрия, измерение, оптимальные параметры, контроль, коммутационно-модуляционный переключатель.

Вступ

Радіометричні прилади контролю (РПК), що працюють за принципом періодичного порівняння низкоінтенсивних НВЧ-сигналів, співставлених з власними шумами НВЧ-кіл схеми, вимагають забезпечення рівності цих шумів на вході радіоканалу [1]. Виконання цих вимог сприяє підвищенню точності роботи даної апаратури і достовірного отримання на її виході інформації про властивості виробів, що контролюються [2], [3].

У наукових роботах [2-8] розглядалися функціональні схеми вхідних каскадів РПК, у структурах яких використовувалися подвійні хвилевідні трійники (ПХТ), спрямовані хвилевідні відгалужувачі (СХВ) і комутаційно-модуляційні перемикачі (КМП), від оптимальності параметрів яких залежать основні метрологічні характеристики: чутливість, точність, широкосмуговість та ін., і були запропоновані їх математичні моделі.

Метою даної роботи є проведення розрахунків оптимальних параметрів КМП з використанням програми Mathcad 15 і методу Крамера на основі залежностей вихідних сигналів (b_1, b_2, b_3) від величин елементів зв'язку матриці розсіювання КМП S_{mn}, комплексних коефіцієнтів відбиття (ККВ) і електричних компонентів шумових корисних і паразитних сигналів, скориставшись граничними умовами, а також відомими взаємозв'язками падаючих (a_1, a_2, a_3) і відбитих (b_1, b_2, b_3) хвиль на полюсах шестиполюсника.

Основна частина

На підставі систем рівнянь для КМП (1) [2], [3] складаємо визначники системи й допоміжні визначники, одержувані з визначників системи шляхом послідовної заміни елементів першого, другого і третього стовпців вільними членами.

$$\begin{cases} -S_{11}E_{A1} - S_{12}E_{A2} - S_{13}E_{3M} = b_1(S_{11}\Gamma_{X1} - 1) + b_2 S_{12}\Gamma_{X2} + b_3 S_{13}\Gamma_{3M} \\ -S_{21}E_{A1} - S_{22}E_{A2} - S_{23}E_{3M} = b_1 S_{21}\Gamma_{X1} + b_2(S_{22}\Gamma_{X2} - 1) + b_3 S_{23}\Gamma_{3M} \\ -S_{31}E_{A1} - S_{32}E_{A2} - S_{33}E_{3M} = b_1 S_{31}\Gamma_{X1} + b_2 S_{32}\Gamma_{X2} + b_3 (S_{33}\Gamma_{3M} - 1). \end{cases} \quad (1)$$

Таким чином, формулюються умови спільності й визначеності зазначених систем лінійних алгебраїчних рівнянь, які при нерівності визначників нулю мають єдиний розв’язок. Для кількісної оцінки ступеня досягнення поставленої мети розрахунку вхідних НВЧ-кіл складаються цільові функції оптимізації, елементами множини якої були окремі цільові функції, тобто окремі показники, що характеризують умови роботи узагальненої моделі КМП, як шестиполюсника (рис. 1). При розв’язку завдання оптимізації вибирається компроміс між окремими цільовими функціями й визначається вид цільової функції і її складових.

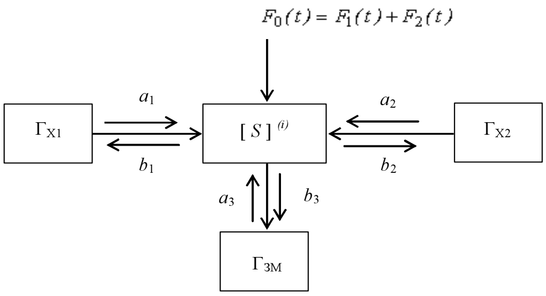


Рисунок 1 – Узагальнена модель КМП, як шестиполюсника, для розрахунку його комплексних параметрів в умовах низькоінтенсивних сигналів ($Г_{X1}$, $Г_{X2}$, $Г_{3M}$ – ККВ вимірювальної, опорної антен і змішувача)

Для розрахунків та оптимізації параметрів КМП [1-3] за допомогою програми Mathcad 15 складемо визначник системи рівнянь (2) [2], [3]

$$\Delta = \begin{vmatrix} S_{11}\Gamma_{X1}-1 & S_{12}\Gamma_{X2} & S_{13}\Gamma_{3M} \\ S_{21}\Gamma_{X1} & S_{22}\Gamma_{X2}-1 & S_{23}\Gamma_{3M} \\ S_{31}\Gamma_{X1} & S_{32}\Gamma_{X2} & S_{33}\Gamma_{3M}-1 \end{vmatrix}, \quad (2)$$

й допоміжні визначники для нормованих відбитих хвиль відповідно в 1, 2 і 3 плечах КМП:

$$\Delta_{b1} = \begin{vmatrix} -S_{11}E_{A1}-S_{12}E_{A2}-S_{13}E_{3M} & S_{12}\Gamma_{X2} & S_{13}\Gamma_{3M} \\ -S_{21}E_{A1}-S_{22}E_{A2}-S_{23}E_{3M} & S_{22}\Gamma_{X2}-1 & S_{23}\Gamma_{3M} \\ -S_{31}E_{A1}-S_{32}E_{A2}-S_{33}E_{3M} & S_{32}\Gamma_{X2} & S_{33}\Gamma_{3M}-1 \end{vmatrix}, \quad (3)$$

$$\Delta_{b2} = \begin{vmatrix} S_{11}\Gamma_{X1}-1 & -S_{11}E_{A1}-S_{12}E_{A2}-S_{13}E_{3M} & S_{13}\Gamma_{3M} \\ S_{21}\Gamma_{X1} & -S_{21}E_{A1}-S_{22}E_{A2}-S_{23}E_{3M} & S_{23}\Gamma_{3M} \\ S_{31}\Gamma_{X1} & -S_{31}E_{A1}-S_{32}E_{A2}-S_{33}E_{3M} & S_{33}\Gamma_{3M}-1 \end{vmatrix}, \quad (4)$$

$$\Delta_{b3} = \begin{vmatrix} S_{11}\Gamma_{X1}-1 & S_{12}\Gamma_{X2} & -S_{11}E_{A1}-S_{12}E_{A2}-S_{13}E_{3M} \\ S_{21}\Gamma_{X1} & S_{22}\Gamma_{X2}-1 & -S_{21}E_{A1}-S_{22}E_{A2}-S_{23}E_{3M} \\ S_{31}\Gamma_{X1} & S_{32}\Gamma_{X2} & -S_{31}E_{A1}-S_{32}E_{A2}-S_{33}E_{3M} \end{vmatrix}. \quad (5)$$

Розрахунки та оптимізацію нормованих відбитих хвиль b_1, b_2 і b_3 визначаємо за формулами $b_1 = \frac{\Delta_{b1}}{\Delta}$, $b_2 = \frac{\Delta_{b2}}{\Delta}$ і $b_3 = \frac{\Delta_{b3}}{\Delta}$.

Потужність сигналу E_{3M}, що надходить на змішувач, є сумою потужностей некорельованих сигналів із вимірювальної антени E_{X1}, змішувача E'_{3M} й опорної E_{X2} антени, представлена у вигляді:

$$E_{3M}(\varphi_{12},S_{12},S_{13},\varphi_{13},S_{23},\varphi_{23},\Gamma_{X1},\varphi_{X1},\Gamma_{3M},\varphi_{3M},\Gamma_{X2},\varphi_{X2},\beta,\lambda)=E_{X1}(\varphi_{12},S_{12},S_{13},\varphi_{13},S_{23},\varphi_{23},\beta,$$
$$\Gamma_{X1},\varphi_{X1},\Gamma_{3M},\varphi_{3M},\Gamma_{X2},\varphi_{X2},\lambda)+E'_{3M}(\varphi_{12},S_{12},S_{13},\varphi_{13},S_{23},\varphi_{23},\Gamma_{X1},\varphi_{X1},\Gamma_{3M},\varphi_{3M},\Gamma_{X2},\varphi_{X2},\lambda)+ \quad (6)$$
$$+E_{X2}(\varphi_{12},S_{12},S_{13},\varphi_{13},S_{23},\varphi_{23},\Gamma_{X1},\varphi_{X1},\Gamma_{3M},\varphi_{3M},\Gamma_{X2},\varphi_{X2},\lambda),$$

де $S_{12},\varphi_{12},S_{13},\varphi_{13},S_{23},\varphi_{23}$ – відповідно фази і модулі елементів зв’язку матриці розсіювання КМП між 1 і 2 плечима, 1 і 3 плечима і 2 і 3 плечима; $\Gamma_{X1},\varphi_{X1},\Gamma_{X2},\varphi_{X2}$ – відповідно модулі і фази коефіцієнтів відбиття від антен X1 і X2; Γ_{3M},φ_{3M} – модуль і фаза коефіцієнта відбиття від змішувача; β – відносна відмінність потужності, що надходить із вимірювальної антени X1 від потужності, що надходить із опорної антени X2.

Така умова оптимального балансу (β не рівна 1 або вимірюваний сигнал не збігається по потужності з опорним сигналом) породжує необхідність заміни опорної антени X2 на пристрій, зображений на рис. 2, що містить генератор шуму G1 еквівалента опорної антени X2, регульований атенюатор A2 (змінює β) і атенюатор з фіксованим загасанням A1 (імітує корисний сигнал) з ключем S2.

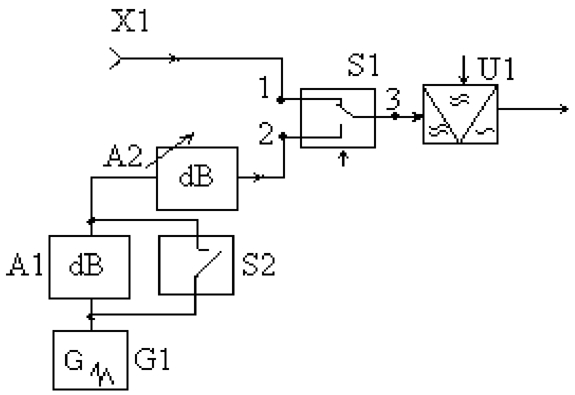


Рисунок 2 – Функціональна схема еквівалента опорної антени X2

Оскільки найбільший технологічний розкид мають модулі *S*-параметрів КМП, тому для компенсації їхнього відхилення від оптимальних значень можна використати зміну модулів коефіцієнтів відбиття (Γ_{x1}, Γ_{x2}, $\Gamma_{зм}$).

Остаточний баланс забезпечується зміною параметра β за допомогою регульованого атенюатора A2.

З огляду на складний і неоднозначний характер корисного сигналу вибір оптимального настроювання забезпечується шляхом включення імітатора корисного сигналу A1, що періодично підє’днується ключем S2 у кіл генератора G1.

Збалансований режим роботи вхідної частини РПК забезпечується рівністю суми потужностей всіх шумів високочастотного тракту E_{3M}, при комутації вимірювальної X1 й опорної X2 антен.

$$E_{3M}(\varphi_{12},S_{12},S_{13},\varphi_{13},S_{23},\varphi_{23},1,\varphi_{X1},\Gamma_{3M},\varphi_{3M},\Gamma_{X2},\varphi_{X2},\beta,\lambda)=$$
$$=E_{3M}(\varphi_{12},S_{12},S_{13},\varphi_{13},S_{23},\varphi_{23},\Gamma_{X1},\varphi_{X1},\Gamma_{3M},\varphi_{3M},1,\varphi_{X2},\beta,\lambda). \quad (7)$$

У даній моделі ця умова відповідає рівності сум при черговій зміні відповідно коефіцієнтів відбиття Γ_{X1} і Γ_{X2} в 1 і 2 плечах від оптимальних, які отримані в результаті оптимізації, до максимально прийнятих рівними одиниці.

Оптимізація параметрів КМП здійснювалася досягненням максимуму співвідношення «сигнал – шум». Потужність шуму, що надходить на змішувач, визначається виразом (6). Корисний сигнал E_b відповідає зміні потужності, яка надходить у змішувач, при зміні потужності вимірювальної антени:

$$E_b(\varphi_{12}, S_{12}, S_{13}, \varphi_{13}, S_{23}, \varphi_{23}, \Gamma_{X1}, \varphi_{X1}, \Gamma_{ЗМ}, \varphi_{ЗМ}, \Gamma_{X2}, \varphi_{X2}, \alpha, \beta, \lambda) = E_{ЗМ}(\varphi_{12}, S_{12}, S_{13}, \varphi_{13}, S_{23}, \varphi_{23}, 1, \varphi_{X1}, \Gamma_{ЗМ}, g_{ЗМ}, \Gamma_{X2}, \varphi_{X2}, \beta, \lambda) - E_{ЗМ}(\varphi_{12}, S_{12}, S_{13}, \varphi_{13}, S_{23}, \varphi_{23}, \Gamma_{X1}, \varphi_{X1}, \Gamma_{ЗМ}, g_{ЗМ}, 1, \varphi_{X2}, \alpha \cdot \beta, \lambda), \quad (8)$$

де α – коефіцієнт, що характеризує зміну потужності вимірюваного сигналу.

Складемо вираз цільової функції $E_{сш}$, що визначає відношення «сигнал – шум», і має вигляд:

$$E_{сш}(\varphi_{12}, S_{12}, S_{13}, \varphi_{13}, S_{23}, \varphi_{23}, \Gamma_{X1}, \varphi_{X1}, \Gamma_{ЗМ}, \varphi_{ЗМ}, \Gamma_{X2}, \varphi_{X2}, \beta, \lambda) = \frac{E_b(\varphi_{12}, S_{12}, S_{13}, \varphi_{13}, S_{23}, \varphi_{23}, \Gamma_{X1}, \varphi_{X1}, \Gamma_{ЗМ}, \varphi_{ЗМ}, \Gamma_{X2}, \varphi_{X2}, 1.2, \beta, \lambda)}{E_{ЗМ}(\varphi_{12}, S_{12}, S_{13}, \varphi_{13}, S_{23}, \varphi_{23}, \Gamma_{X1}, \varphi_{X1}, \Gamma_{ЗМ}, \varphi_{ЗМ}, \Gamma_{X2}, \varphi_{X2}, \beta, \lambda)}. \quad (9)$$

У функції (9) корисний сигнал вибирався, виходячи з 20% відхилення сигналу, що надходить із вимірювальної антени, стосовно умови збалансованої роботи КМП.

Результати розрахунків оптимальних параметрів НВЧ-кіл з КМП радіометричного приладу контролю представлено в табл. 1.

Таблиця 1 – Результати розрахунків оптимальних параметрів НВЧ-кіл

φ_{12}	S_{12}	S_{13}	φ_{13}	S_{23}	φ_{23}	Γ_{X1}	φ_{X1}	$\Gamma_{ЗМ}$	$\varphi_{ЗМ}$	Γ_{X2}	φ_{X2}	β	λ
0,245	0,705	0,705	0,451	0,705	0,578	0,347	0,6	0,298	0,588	0,164	0,463	2	1,9

На рис. 3 представлені залежності відношення «сигнал – шум» від:

а) довжини хвилі й відносної відмінності потужності, що надходить із вимірювальної антени від потужності опорної антени;

б) довжини хвилі й модуля коефіцієнта відбиття опорної антени;

в) довжини хвилі й модуля коефіцієнта відбиття вимірювальної антени;

г) модулів коефіцієнтів відбиття вимірювальної й опорної антен;

д) модулів коефіцієнтів зв’язку між 1 і 2, 1 і 3 плечима КМП;

е) модулів коефіцієнтів зв’язку між 1 і 2, 2 і 3 плечима КМП;

ж) модуля коефіцієнта зв’язку між 1 і 2 плечима КМП і модуля коефіцієнта відбиття вимірювальної антени;

з) модуля коефіцієнта зв’язку між 1 і 3 плечима КМП і модуля коефіцієнта відбиття вимірювальної антени;

і) модуля коефіцієнта зв’язку між 2 і 3 плечима КМП і модуля коефіцієнта відбиття вимірювальної антени.

Аналіз табл. 1 показує, що досягнення максимуму відношення «сигнал – шум» забезпечується при довжині хвилі 1,9 мм рівністю модулів елементів зв’язку КМП при істотній відмінності їх фазових величин один від одного. При цьому модулі коефіцієнтів відбиття від антен X1 і X2 відрізняються в 2,1 рази при відмінності їх фазових складових всього в 1,3 раз. Побудовані графіки (рис. 3) показують, що всі вони мають складну залежність від аналізованих параметрів, які мають місцями монотонно змінний характер, що дозволяє створити єдиний алгоритм настроювання приладу на оптимАльні параметри. Реальні пристрої мають технологічний розкид параметрів, отриманих у процесі їхнього виготовлення. Все це вказує на необхідність забезпечення точного налаштування на збалансовану роботу НВЧ-кіл, яке технічно простіше забезпечується

підстроюванням модулів коефіцієнтів відбиття від елементів НВЧ-кіл ($Г_{x1}$, $Г_{x2}$, $Г_{зм}$) шляхом введення реактивного штиря у хвилевідні тракти.

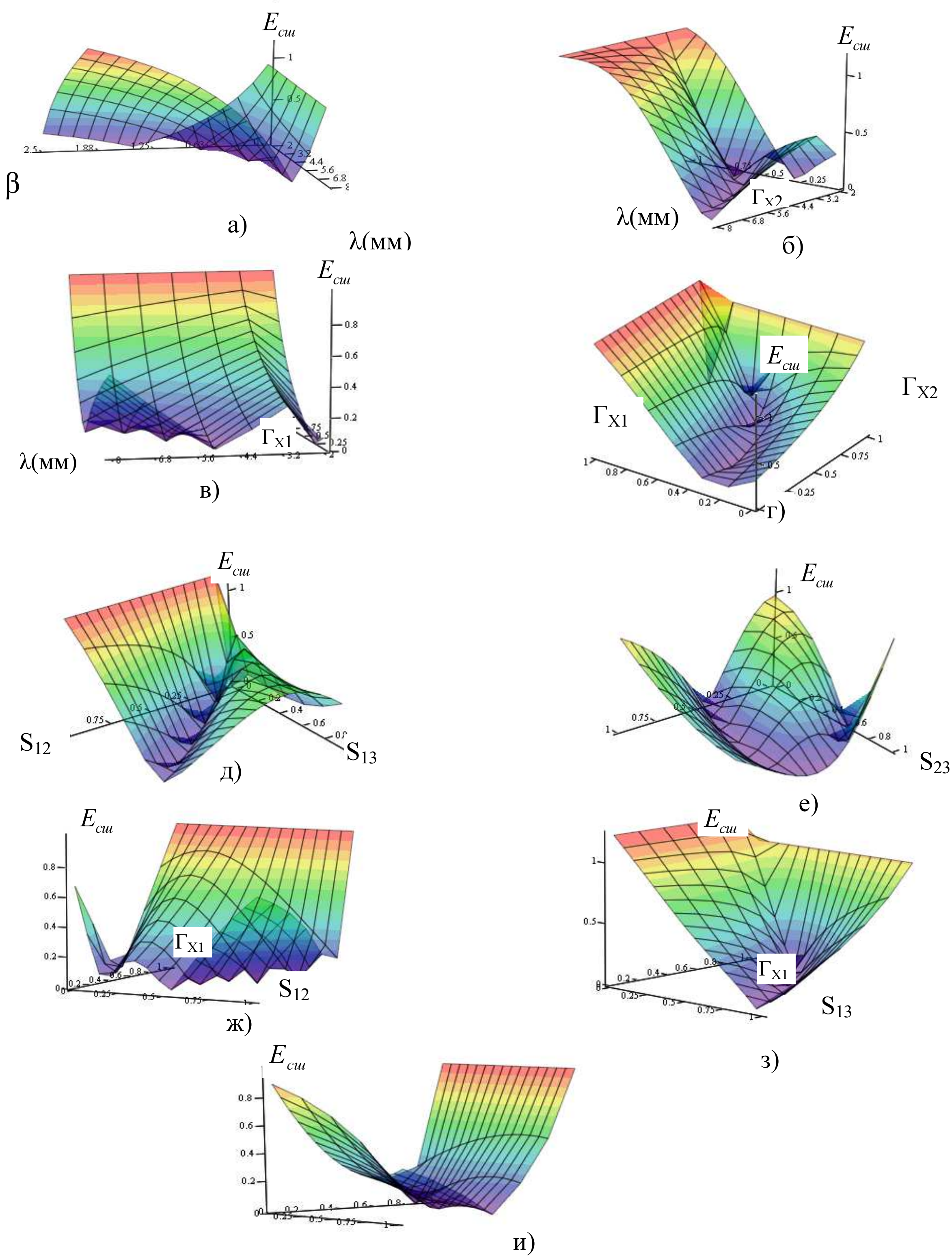


Рисунок 3 – Графіки залежності впливу параметрів НВЧ-кіл схеми РПК на значення відношення «сигнал – шум» вихідного сигналу КМП

Висновки

Вперше проведено математичне й комп'ютерне дослідження і оптимізація параметрів НВЧ-кіл з КМП на вході РПК в умовах низькоінтенсивних шумових сигналів. Збалансований режим роботи вхідної частини РПК забезпечується рівністю суми потужностей всіх шумів високочастотного тракту. Оптимізація параметрів КМП здійснювалася досягненням максимуму співвідношення «сигнал – шум».

Показано, що при використанні на вході РПК КМП:

– пропонується для компенсації відхилення від оптимальних значень модулів елементів зв'язку *S*-параметрів КМП використати зміну модулів коефіцієнтів відбиття НВЧ-кіл шляхом введення реактивних штирів у хвилевідні тракти з остаточним підстроюванням балансу шумів за допомогою регульованого атенюатора, що включений в ланцюг опорної антени;

– досягнення максимуму відносин «сигнал – шум» забезпечується при довжині хвилі 1,9 мм рівністю модулів елементів зв'язку КМП при істотній відмінності їх фазових величин один від одного. При цьому модулі коефіцієнтів відбиття від антен Х1 і Х2 відрізняються в 2,1 рази при відмінності їх фазових складових всього в 1,3 раз.

Проведення оптимізації дозволяє збільшити швидкість розробки нових НВЧ-пристроїв і прогнозувати забезпечення їх точності роботи.

Література

1. Куценко В.П. Методы и средства сверхвысокочастотной радиометрии / [Куценко В.П., Скрипник Ю.А., Трегубов Н.Ф. и др.]. – Донецк : ІПШІ «Наука і освіта», 2011. – 324 с.
2. Куценко В.П. Радіометричний НВЧ-контроль властивостей матеріалів / [Куценко В.П., Скрипник Ю.О., Трегубов М.Ф. и др.]. – Донецьк : ІПШІ «Наука і освіта», 2012. – 348 с.
3. Куценко В.П. Періодичне порівняння сигналів в НВЧ-радіометрії / Куценко В.П. – Донецьк : ІПШІ «Наука і освіта», 2012. – 300 с.
4. Куценко В.П. Математичне моделювання комутаційно-модуляційного перемикача низькоінтенсивних мм-сигналів / Куценко В.П., Яненко О.П., Сергієнко С.П. // Вісник Національного технічного університету України «КПІ». – Серія «Радіотехніка. Радіоапаратобудування». – Вип. 45/2011. – Київ : НТУУ «КПІ», 2011. – С. 111-119.
5. Куценко В.П. Аналіз підходів до розрахунків вхідних елементів НЗВЧ-радіометрів, як основних джерел похибок вимірювання низькоінтенсивних сигналів / В.П. Куценко // Наукові праці Донецького національного технічного університету. – Серія «Обчислювальна техніка та автоматизація». – Вип. 20 (182). – Донецьк : ДонНТУ, 2012. – С. 199-205.
6. Куценко В.П. Оптимізація параметрів вхідних вузлів НЗВЧ-радарних систем в умовах низькоінтенсивних сигналів / [Куценко В.П., Сергиенко С.П., Трегубов М.Ф., Сидоренко В.А.] // Науково-теоретичний журнал «Штучний інтелект» – 2012. – № 4. – Донецьк : Інститут проблем штучного інтелекту МОН і НАН України. – С. 489-498.
7. Куценко В.П. Розрахунки оптимальних параметрів спрямованого хвилевідного відгалужувача і похибок перетворення низькоінтенсивних НЗВЧ-сигналів / В.П. Куценко, С.П. Сергиенко // Науково-теоретичний журнал «Штучний інтелект» – 2013. – № 1. – Донецьк : Інститут проблем штучного інтелекту МОН і НАН України. – С. 163-181.
8. Куценко В.П. Математична модель направленого хвилевідного відгалужувача в умовах низькоінтенсивних сигналів / В.П. Куценко // Вісник Житомирського державного технічного університета. – Серія «Технічні науки». – Вип. 2 (53) / 2010. – Житомир : ЖДТУ, 2010. – С. 118-123.
9. Силаев М.А. Приложение матриц и графов к анализу СВЧ-устройств / М.А. Силаев, С.Ф. Брянцев. – М. : Изд. Сов. радио, 1970. – 248 с.

Literatura

1. Kutsenko V.P. Methods and facilities of super-high-frequency radiometry / Kutsenko V.P., Skripnik Yu.A., Tregubov N.F., Shevchenko K.L., Yanenko A.F. is Donetsk: IPSHI «Science and education», 2011. – 324 p.
2. Kutsenko V.P. Rad_ometrichny over high-frequency control of properties of materials / Kutsenko V.P., Skripnik Yu.O. Tregubov M. F. Shevchenko K.L. Yanenko O.P. – Donetsk : ІПШІ «Science and education», 2012. – 348 p.

3. Kutsenko V.P. Periodic comparison of signals in over high-frequency Radiometry / Kutsenko V.P. – Donetsk : IPII «Science and education», 2012. – 300 p.
4. Kutsenko V.P. Mathematical modeling of the switching and modulation switch of low-intensive mm signals / Kutsenko V.P., Yanenko O. P., Sergiyenko S. P. // Messenger of National technical university of Ukraine of «KPI». – Series «Radioengineering. Deviceradiostructure». – Release 45/2011. – Kiev : NTUU «KPI», 2011. – P. 111-119.
5. Kutsenko V.P. Analysis of going near the calculations of entrance elements of radiometers, as basic sources of errors of measuring of the low intensive signals of // Scientific labours of the Donetsk national technical university. are Series the «Computing engineering and automation». – Vip. 20 (182) it is Donetsk. DonNTU, 2012. – P. 199-205.
6. Kutsenko V.P. Optimization of parameters of entrance knots of OHF-radio of the systems in the conditions of low intensive signals / Kutsenko V.P., Sergienko S.P., Tregubov N.F., Sidorenko V.A. // the Theoretical magazine «Artificial intelligence» is Producing. 4/2012. it is Donetsk. Institute of problems of artificial intelligence METAL-OXIDE-SEMICONDUCTOR and NAN of Ukraine, 2012. – C. 489-498.
7. Kutsenko V.P. Calculations of optimum parameters of the directed waveguide otvetvitel and errors of transformation low intensive over high-frequency signals / Kutsenko V.P., Sergiyenko S.P. // the Scientific-theoretical magazine «Artificial intelligence». – Release 1/2013. – Donetsk : Institute of problems of artificial intelligence of MON and NAN of Ukraine, 2013. – P. 163-181.
8. Kutsenko V.P. Mathematical model of directed UHF waveguide coupler in the conditions of low intensive signals // Announcer of Zhytomyr state technical university is Series «Engineering sciences» it is Producing 2(53) / 2010 it is Zhytomyr. 2010. – P. 118-123.
9. Silaev Ì.À., Bryancev S.F. Appendix of matrices and counts to the analysis SVCH devices. – M. : of Publ. of Owls. Radio, 1970. – 248 p.

RESUME

V.P. Kutsenko, S.P. Sergienko

Modeling of Optimum Influence of Parameters over High-frequency Chains of the Scheme of the Radiometric Device of Control on Value of an Output Signal of the Switching and Modulation Switch

In article mathematical and computer research and optimization of parameters over high-frequency chains with the switching and modulation switch on an entrance of the radiometric device of control in the conditions of low-intensive noise signals is conducted. The balanced operating mode of entrance part of the device of control is provided with equality of the sum of capacities of all noise of a high-frequency path. Optimization of parameters of the switching and modulation switch is carried out by achievement of a maximum of a ratio «a signal – noise». The calculated and constructed schedules of dependence of influence of parameters over high-frequency chains of the scheme of the radiometric device of control on value of the relation «a signal – noise» an output signal of the switching and modulation switch.

It is shown that when using on an entrance of the radiometer of the switching switch: it is offered for deviation compensation from optimum values of modules of elements of communication of S-parameters of the switch to use change of modules of coefficients of reflection over high-frequency chains by introduction of jet probes to the waveguide highways with a final podstraivaniye of balance of noise by means of an adjustable attenuator which is included in a chain of the basic antenna; achievement of a maximum of the relation «a signal – noise» is provided with a length of wave of 1,9 mm with equality of modules of elements of communication of the switching switch at essential difference of their phase sizes one from another. Thus modules of coefficients of reflection differ from X1 and H2 antennas by 2,1 times at difference of their phase components by only 1,3 times.

Carrying out optimization allows to increase the speed of development new over high-frequency devices and to predict ensuring their accuracy of work.

Стаття надійшла до редакції 26.04.2013